

SZÖVETTANI VIZSGÁLATOK IONIZÁLÓ SUGÁRZÁSSAL KEZELT LEN ELSŐ SZÁRMAZÉKÁN

Írta: WELLESZ TERÉZ

Bevezetés

Előző dolgozatomban beszámoltam azokról a vizsgálatokról, amelyeket a *Szegedi Alfa olajlennel* végeztem [6]. A len kicsírázott magvait *radioaktív Co* sugárzással kezeltem, s megfigyeltem azokat a morfológiai ill. histológiai megváltozásokat, amelyek a kifejtett növényen az alkalmazott γ -sugárzás hatásaként jöttek létre. Jelen dolgozatomban a besugárzott növények magvainak elvetéséből nyert első évi származék vizsgálatával foglalkozom. Céлом az, hogy megfigyeljem milyen megváltozások jöttek létre a besugárzás hatására.

Részletesen vizsgáltam a len növény szárának anatómiai felépítettségét, különös tekintettel az iparilag igen nagy jelentőségű rostok alakulására.

A különböző sugárzásoknak a növényi szervezetre gyakorolt hatását számos szerző kutatja jelenleg az egész világon. Így O. L. STEIN [5] az x-sugarak hatását vizsgálta kukoricapalántákon. Kutatásai során azt tapasztalta, hogy a sejtek reakciója nagymértékben függ a sugárdózistól. Azok a palánták, amelyek 2000 r.-nél kisebb dózist kaptak, nem haltak el, a sejtek osztódása tovább folytatódott. A sejtek túlzott megnagyobbodása sem következett be. A 2000 r. dózis kifejezetten serkentő hatást mutat, citológiai vizsgálatok szerint közel áll a nem besugárzott kontrollhoz, a növények hajtáscsúcsa 4000 r. dózisinál elpusztult. A még ennél is magasabb dózisok hatásaként sejtosztódás már nem is igen fordult elő, viszont a sejtnagyobbodás jelentős méreteket öltött. Megállapította, hogy 7000–13000 r.-nél már a sejtek szerkezete is megváltozik. Igen nagy számban lépnek fel mikronucleusok és a citoplazma vakuolizáltsága jelenik meg.

A különböző kutatók megfigyelései szerint a sugár-ártalom nem egyformán jelentkezik a különböző specieseknél, még azonos dózis alkalmazása esetén sem. Így pl. SAGAWA és MEHLQUIST regenerációt tapasztalt szegfű hajtáscsúcsánál, PRATT nem figyelt meg regenerációt szőlőnél. MANSZUROVA vizsgálatai szerint az autotetraploid növények ellenállóbbak a sugárzással szemben, mint a diploidok [2].

A sugár-hatást befolyásolják még a felnevelés körülményei is. PALAMARCSUK [3] szerint egymástól eltérő talajokon termesztett egyforma fajok különbségeket mutattak γ -sugárzás azonos dózisainak alkalmazásakor. Egyes esetekben pozitív, máskor negatív volt a hatás a talaj milyenségétől függően. PREOBRAZSENSZKAJA [4] *Co* 60-sugárzás hatását vizsgálta lenmagvakon. Meg-

figyelései alapján arra a következtetésre jutott, hogy a len magvai igen nagy mértékben rezisztensek. Még 1 500 000 r. alkalmazása esetén is 70–80%-os a csírázási erély. Azonban a vegetációs periódus végéig csak azok a növényegyek maradtak meg, amelyek maximum 200 000 r.-t kaptak.

Anyag és módszer

Vizsgálataimhoz *Szegedi Alfa olajlent* használtam fel, amelynek magvait két évvel ezelőtt a *Délalföldi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet*től kaptam. A kísérleti növények a Co 60 sugárzással kezelt egyedek első évi származéka volt. A vizsgálandó anyagot alkoholos glicerinoldatban tartósítottam, s a histológiai megfigyeléseket kézi technikával készített metszeteken végeztem. Festéshez a metachromatikus toluidinkét, ezenkívül sósavas floroglucint hasz-

A kontroll szár anatómiája

A szár alsó részén, amely a gyökérnyaktól 5 cm magasságig terjed, az epidermis hosszú, megnyúlt sejtekből áll. Keresztmetszeten vizsgálva előtűnik az 5 μ vastag kutikula. Az epidermis-sejtek radiális mérete 20–24 μ , tangenciális mérete 45–72 μ között ingadozik. A szárról készült epidermis-nyúzáton feltűnik a sejtek viszonylagos hosszúsága (1. ábra). Egy-egy epidermis-sejt 130–139 μ hosszú, némelyik eléri a 157 μ -t is. Többnyire ferde harántfalakkal kapcsolódnak egymáshoz. Köztük a sztómák egyenlőtlenül szétoszolva helyezkednek el [1]. Egy-egy látótérben 2–3 sztóma is látható, de előfordul, hogy több látómező sztóma nélkül marad.

A kéreg sejtjei az epidermiséhez hasonlóan hosszúak és tangenciális irányban megnyúltak (2. ábra). Méretük általában $16 \times 56 \mu$ -tól $18 \times 40 \mu$ -ig ingadozott. Tehát a tangenciális méret több mint kétszerese a radiális méretnek. A sejtfalak enyhén hullámos lefutásúak. A kéregréssz csak 2–3 sejtrétegből áll azokon a helyeken, ahol alatta rostnyalábok találhatók. Két rostnyaláb közötti szakaszon a kéregréssz további rétegekkel folytatódik egészen a hancsrészig.

Itt a szár alsó részén a rostsejtek csak helyenként állnak zárt kötegekben (3–11 rostsejt kötegenként) legtöbb helyen egyesével-kettesével találhatók. A kötegekben levő rostsejtek is meglehetősen lazák, többnyire egy-két sorban egymás fölött találhatók. Az egyes kötegek alakja hosszú lapos, s kisebb-nagyobb távolságra vannak egymástól. Két szomszédos rostnyaláb szélső rostsejtjei között levő távolság elérheti a 146 μ -t is. Az egyes rostsejtek alakja keresztmetszetben gömbölyded, faluk igen vastag, legtöbb esetben eléri a 11–14 μ -t is. A rostsejt lumene ezzel szemben csak 2–3 μ . A hancsnyalábok 18–29 μ átmérőjű parenchima sejtek között találhatók. Jellemző a szárnak erre a részére az, hogy a farész az egész szár keresztmetszet legnagyobb részét kitölti. Aránytalanul vastag a többi rétegek összességéhez viszonyítva. Az epidermisztől a farészig 202 μ , maga a farész 810 μ .

A szár középső szakaszán az epidermis szintén hosszú, megnyúlt, lapos sejtekből áll. Méreteik: (Keresztmetszeten) tangenciálisan 27–41 μ , radiálisan 9–16 μ . A kutikula vastagsága 7 μ .

A primer kéreg sejtei legömbölyítettek. A sejtfa-
lak vékonyak, lefutásuk helyenként enyhén hullámos. 3—4 sort alkotnak, átmérőjük minimum 18 μ , maximum 29 μ . Az endodermis közvetlenül veszi körül a rostnyalábokat s kontúrjában követi azok alakját, kidomborodásait, illetve horpadásait. Sejt-

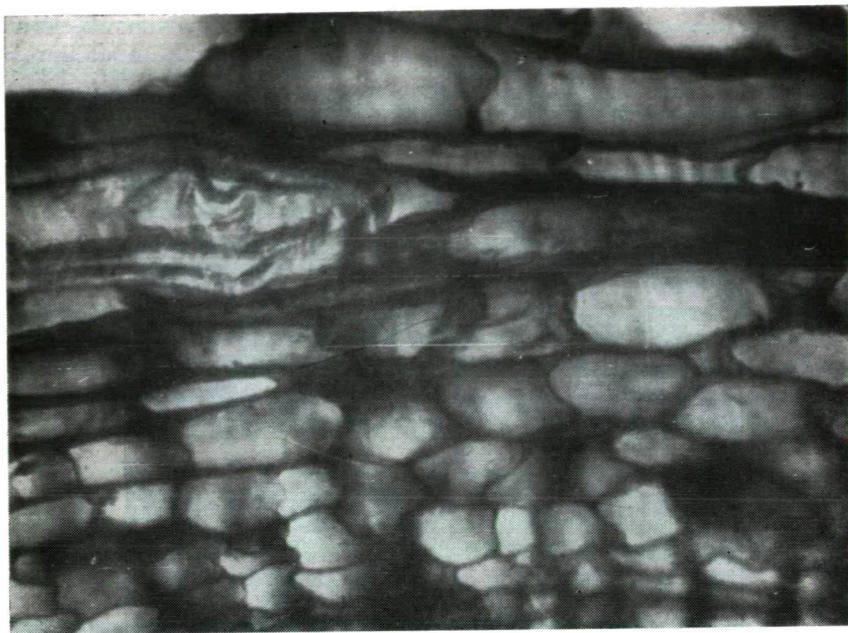


1. ábra
Epidermis nyúzat (kontroll)

jeinek alakja ovális, a nyalábokhoz viszonyított tangenciális irányban megnyúlt. Mérete: $16 \times 33 \mu$.

A rostsejtek rostnyalábokba tömörültek (3. ábra). A nyalábok igen változatos alakot mutatnak. Lehetnek hosszán megnyúltak és rövid kerekdedek. Egy nyaláb mérete radiális irányban 59—100 μ , tangenciálisan 158—198 μ . Egy teljes szárkeresztmetszeten a rostnyalábok száma 31—37. Az egyes nyalábokat parenchima sejtek választják el egymástól, két-két nyaláb között egy-két sor parenchima fut radiálisan.

A nyalábokon belül a rostsejtek száma változó, 17—32 között ingadozhat. A rostsejtek alakja keresztmetszetben többnyire ötszögletes, de vannak köztük hosszúkás, megnyúlt formájúak is. Falvastagsága általában 9 μ , de előfordul



2. ábra
Részlet a kontroll szár keresztmetszetéről (alsószakasz)



3. ábra
Rostnyaláb (kontroll szár közép zóna)

7–11 μ falvastagságú rostsejt is. A rostsejt falának finomabb szerkezetét vizsgálva kitűnik, hogy keresztmetszetben a réteges lerakodásnak megfelelően gyűrűs szerkezete van. Általában a legtöbb rostsejtnél legalább három ilyen gyűrűt lehet megfigyelni. A legkülső gyűrűben helyenként harántirányú csíkoltság is előtűnik.

A háncsnyalábok sejtjei aprók, a 7–11 μ átmérőjű rostacsövek között 3–5 μ átmérőjű kísérősejtek vannak. A háncsnyalábok közti teret 17–32 μ átmérőjű parenchima sejtek töltik ki.

A farész itt vékonyabb, mint a szár alsó részén. Radiális vastagsága meghaladja a 400 μ -t megközelítőleg kétszerese a többi szövetek összességének.

A szár felső részéhez a csúcsi rész közelében levő elágazásokat soroltam. Az innen vett keresztmetszeteken az epidermis 18 μ vastagságú, kutikulája 6–7 μ vastag. Az epidermis alatt jól láthatók a hipodermis sejtjei. Ezek alakja hasonló az epidermis sejtekéhez, de azoknál kisebb méretűek (az epidermis-sejteknek kb. $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{5}$ része). A hipodermis egyetlen sejtstort alkot.

A kéreg sejtjeit parenchima sejtek alkotják. Ezek keresztmetszetben hullámos falúak, s három-négy sorban futnak a hipodermis alatt. Nagyságuk különböző, átmérőjük 15–23 μ között ingadozik. Az endodermis egy sejtstorból áll, a sejtek alakja kissé hosszúkas, megnyúlt, a rostnyalábok alakját követik. Az endodermis sejtek radiális irányban 9–14 μ , tangenciálisan 25–27 μ átmérőjűek.

A rostnyalábok alakja keresztmetszetben többnyire hosszúkas, bennük a rostsejtek egy-két sorban állnak szabálytalanul, közéjük helyenként parenchima sejtek nyomulnak. Egy teljes keresztmetszeti képet tekintve a rostnyalábok száma 15–19 között váltakozik a szár vastagságától függően. A két-két nyaláb közötti területet parenchima sejtek töltik ki. Ezek nagyon elkéskenyedhetnek, mivel a nyalábok helyenként nagyon közel állnak egymáshoz, a távolság köztük néha csak 4–7 mikron. Az egyes rostsejtek fala itt vékonyabb, mint a szár alsó, vagy középső részeiből vett mintákon. A legnagyobb sejtalfvastagság, 7 μ . Leggyakrabban a sejtek vastagsága 4–6 mikron. Egy-egy nyalábban a rostsejtek száma változó. Leggyakoribb az olyan nyaláb, amelyben a rostsejtek száma 20–25 között ingadozik, de előfordulnak nyalábok, ahol a rostsejtek száma eléri a 30–35-öt is.

A rostnyalábokon belül következnek a háncsnyalábok. Ezek körkörösén helyezkednek el a parenchima sejtek között. Rétegvastagságuk: 34 μ , és 56 μ között változik.

A farész a szár felső részén vékonyabb, mint az alsó vagy középső szakaszon. Radiális mérete közel megegyező a farészen kívüli összes szövetek radiális méretével.

A besugárzott növények első évi származékának anatómiája

A szár alsó része epidermisén vékony kutikula réteg található. Az epidermis sejtek megnyúltak, méretük kisebb (4. ábra). Az elsődleges kéreg sejtjei szabályos parenchima sejtek, amelyek tangenciális irányban kissé megnyúltak, s az epidermis alatt 4–5 sorban helyezkednek el. Radiális méretük 16–20 μ , tangenciális méretük 27–32 μ között ingadozik.

A rostsejtek elhelyezkedése változatos. Van olyan növényegyed, amelynél a rostsejtek nyalábokba tömörültek. Ezek a rostnyalábok keresztmetszetben kerekdedek, illetve radiális irányban kissé megnyúltak. Bennük a rostok 3–5 sort alkotnak. Ezzel szemben vannak olyan rostsejtek is, amelyek nem képeznek kötegeket, hanem lazán, rendszertelenül helyezkednek el egymás mellett,



4. ábra

Epidermis nyúzat a kezelt növényről

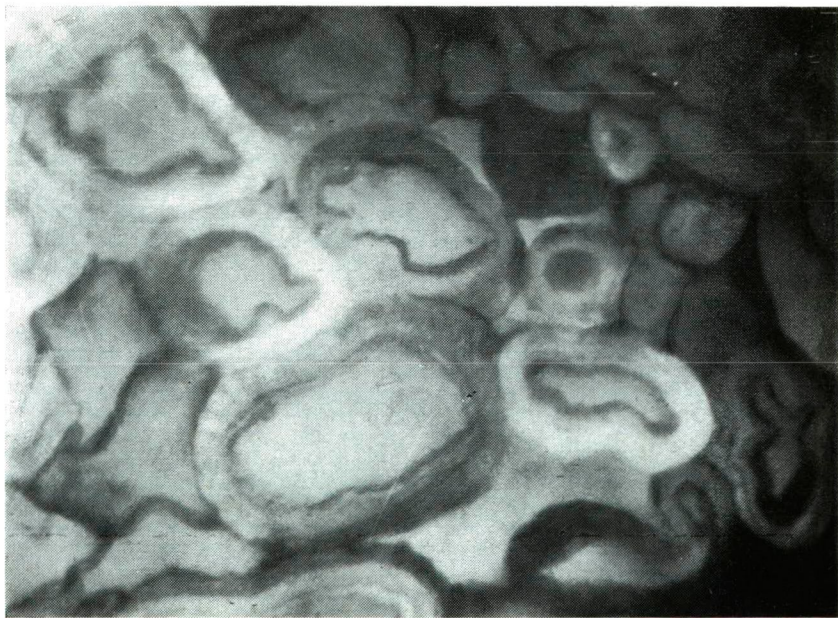
mintegy rostokból álló réteget képezve a kéregrészt alatt. Az egyes rostsejtek alakja nagyon sokféle; a legkülönbözőbb kidomborodások, bemélyedések vannak ki a kerekded ovális vagy egyéb alakzatokból. Nemcsak a rostsejtek alakja tér el a szabályos alaktól, hanem méreteik is különlegesek. Némelyik az átlagos sejtkeresztmetszetet 10–12-szeresen is meghaladja. A rostok falvastagsága $7\ \mu$.

Vannak olyan növényegyedek is, amelyeknél a rostsejtek nem egyesülnek kötegekbe, hanem az egyes rostsejtek szabadon állnak, csak helyenként érintkezve egymással. A farész lényegesen vastagabb a többi szövetek radiális méretének összegénél ($450\ \mu$, illetve $180\ \mu$).

A szár középső szakaszán az epidermis-sejtek keresztmetszetben $18 \times 34 \mu$ méretűek, hosszúságuk 50–110 mikron között változik. A kéregsejtek kissé oválisak és három rétegben helyezkednek el. Radiális méretük 5–8 mikron, tangenciális 11–13 mikron. Az endodermis nem nyújtja az egységes gyűrű képét, mert csak helyenként különíthető el a többi szövetektől. Sejtjeinek mérete radiálisan 13–16 μ , tangenciálisan 30–38 μ között ingadozik.

A rostsejtek — akár csak a szár alsó részén — nem tömörülnek rostkötegekbe. Szétszórtnak, szabadon állnak, köztük parenchima sejtek láthatók. Alakjuk rendkívül változatos, gyakran szabálytalan. Köztük nagy számban fordulnak elő óriás méretű sejtek. Falvastagságuk 9–10 mikron. A rostsejtek falán megfigyelhető a gyűrűs-réteges szerkezet. A sejtfa többnyire itt is három rétegű (5. ábra). Ezek közül a legbelső réteg sok esetben nem fekszik feszesen a külsőbb rétegekhez, hanem azoktól elválva hullámos, redőzött, belső felületet képez (6. ábra).

Akadnak olyan növény-egyedek is, amelyeknél a szabadon álló rostsejtek mellett néhány rendes rostnyaláb is előfordul, amelyben a sejtek szorosan záródnak egymáshoz és jól elkülönülnek a környező szövetektől, illetve a szomszédos nyaláboktól. Egy teljes szárkeresztmetszeten legfeljebb kilenc szabályos rostnyaláb látható. Mellette olyan rostkötegek következnek, amelyek részben már egyesültek egymással. A nyalábon belüli rostsejtek gyakran lazábban, távolabb állnak egymástól, mint két nyaláb szélső rostja. Ez esetben ui. az egyes rostsejtek között vagy parenchimatikus jellegű sejtek találhatók, vagy pedig üregek helyezkednek el. Így nagyon nehéz megállapítani hol ér véget



5. ábra
Részlet a „rostos rész”-ből



6. ábra
A rostok falának legbelső rétege elválk a külsőktől („rostos rész”)



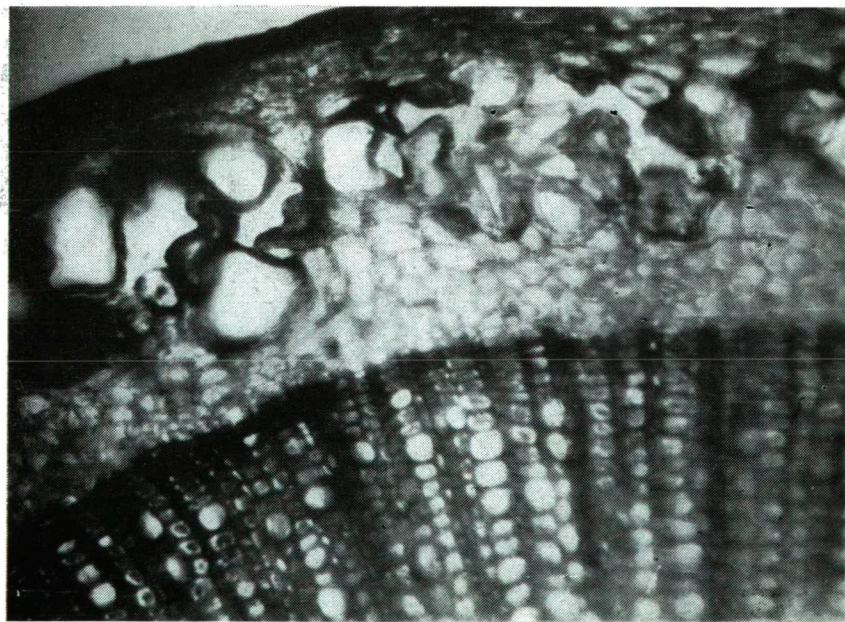
7. ábra
Átmenet a szabályos rostnyalábok és a „rostop rész” között

az egyik nyaláb és hol kezdődik egy másik. Tovább távolodva a szabályos nyaláboktól a rostsejtek egyre változatosabb alakot vesznek fel. Nyalábokat már nem lehet elkülöníteni, csak egy-két helyen fordul elő, hogy a parenchima sejtek benyomulnak a rostsejtek közé és megszakítják az egyébként egysejtes rostos rész folytonosságát (8. ábra).

A szár keresztmetszeti képen az egységes farész körül a parenchimába beágyazódottan helyezkednek el a kis hánckötegek (9. ábra). A farész vastagsága kb. kétszerese az összes többi szövetek együttes vastagságának. Pl. az egyik mérés szerint a farész 504 μ -t a többi szövet összvastagsága pedig csak 250 μ -t tett ki (10. ábra).

A szár felső részén az epidermis felépítettsége hasonló a szár közép szakaszának epidermiséhez. A kutikula 4,5–5 mikron vastag. A kéreg parenchima sejtjei, tangenciálisan kissé megnyúltak. A sejtek legkisebb átmérője 16–20 mikron, legnagyobb átmérője 27–43 mikron között ingadozik. Az egyes rostsejtek itt is nagyrészt szabadon állnak, csak helyenként lehet kötegekbe való csoportosulást megkülönböztetni. A rostsejtek keresztmetszetben nagyon különböző képet mutatnak, eltérnek a szabályos, megközelítőleg ötszögletes alaktól. E megállapítás mind a szabadon álló, mind pedig a kötegekbe tömörülő rostsejtekre egyaránt vonatkozik.

A szár keresztmetszeti képét vizsgálva úgy tűnik, hogy a rostsejtek, illetve rostkötegek alatt közvetlenül a farész következik. A hánccs és a parenchima erősen redukálódott, csak helyenként található, a farész vastagsága radiálisan 68 μ , s ez a méret lényegesen elmarad a többi szövetféleség összvastagságától, mely utóbbi radiálisan 180 μ -t tesz ki.

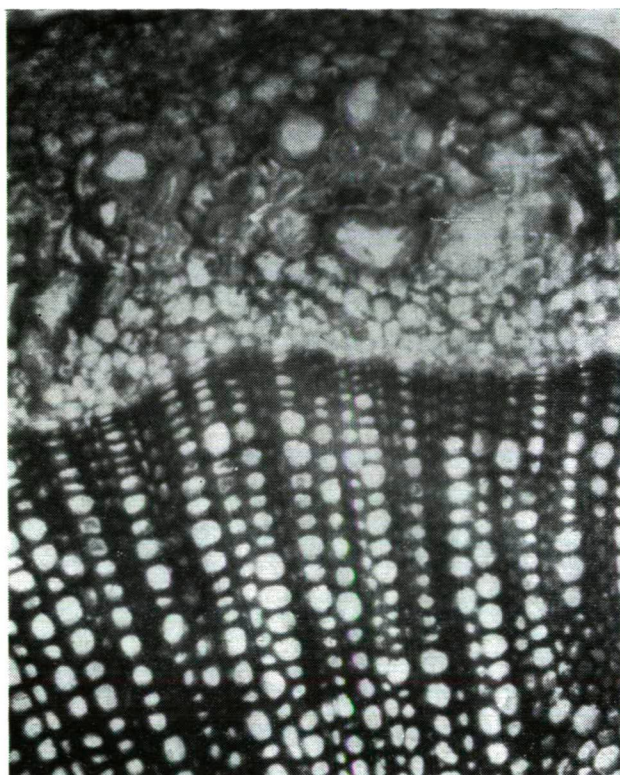


8. ábra
Rostnyalábok helyett „rostos rész” (szár alsó zóna)



9. ábra

Háncsnyalábok a parenchima sejtek között (kezelt növény. Szár közép-szakasz)



10. ábra

Részlet a kezelt növény szárkeresztmetszetéről (középszakasz)

Az eredmények megvitatása

1. A sugárzásnak kitett növények első évi utódainál mélyreható változások jelentek meg a szár szöveti felépítésében. Ezek a megváltozások — tekintve, hogy az összes körülmények (időjárás, talajviszonyok, alkalmazott agrotechnika) azonosak voltak a kontrollal — kizárólag a sugárzás hatásának tudhatók be.

2. A megfigyelt különbségek közül az első az epidermisnél tűnik fel. Epidermis nyúzatot készítve a kezelt, valamint a kontroll növény száráról, kitűnik, hogy a sejtek hosszúsága nem egyforma. A kezelt növények esetében a haránt válaszfalak sokkal közelebb vannak egymáshoz, így a sejtek lényegesen rövidebbek, mint a kontrollnál.

3. A kontrollnövények szára alsó részén a kéregsejtek tangenciálisan nagymértékben megnyúltak. A sugár-kezelt növényeknél ez a megnyúlás alig jelenik meg, a kéreg parenchimatikus sejtekből áll, hasonlóan a szár középső szakaszához. Érdekes jelenség, hogy a kezelt növény szárának alsó és középső része között nincs olyan jelentős különbség, mint a kontroll szár megfelelő részei között. Ezt mutatja a kéregsejtek alakulása, és több más tényező is, mint pl. a farésznek és a többi szövetféleségek összvastagságának aránya. A kontroll növénynél a vastag farészt csak mint vékony héj veszi körül a kéreg és a háncsrész. Ezzel szemben a besugárzott növényeknél a külső kéreg és a háncsrész együttes vastagsága jelentősebb a farészhez viszonyítva, tehát arányaiban ahhoz a szöveti képhez hasonlít, amelyet a szár középső zónájában állapítottam meg.

A szár felső részén is eltérően alakult a farész és a háncs+kéreg közötti viszony. A kontrollnál a farész radiális mérete közel megegyező a háncs+kéregréssz együttes radiális méretével. A kezelt növények esetében a szár felső részéről készített keresztmetszetek olyan képet mutatnak, amelyen a farészen kívüli összes szövetek együttes radiális mérete a farész azonos irányú méretének kétszeresét is meghaladja.

A rostnyalábok alakjában szintén lényeges változások mentek végbe a sugárzás hatása révén. Ez igen szembeszökő már a szár alsó részéből készített metszeten is, ahol a kontroll hosszú, lapos rostnyalábjai megszűntek és helyettük részben kerek nyaláb-formák jöttek létre, részben pedig a kötegek teljesen fellazultak, a rostok egymástól elkülönültek és szétszóródtak. Ez az állapot még fokozottabb mértékben jut kifejezésre a szár középső szakaszán. A kontrollnál ugyanis a középrészen a legszabályosabbak a nyalábok, különálló rostok nem is fordulnak elő. A kezelt növények több egyedénél viszont teljesen felbomlott a nyalábokba való rendeződés jellege. Az egyes rostsejtek a legkülönbözőbb alakzatokat veszik fel, helyenként hatalmas mértékben megvastagodva.

A sugár-kezelt növények származékában fellépett szöveti változások igen lényegesen érintették a növényi szervezetet felépítő legfontosabb szövetféleségeket. Hogy ezek mennyire lesznek maradandók a későbbi származékokban, további vizsgálatok feladata eldönteni.

Köszönetet mondok dr. Kiss István tanszékvezető főiskolai tanárnak munkámban nyújtott segítségért.

IRODALOM

- [1] HERCOG, O.: Der Flachs. Berlin 1930.
- [2] MANSZUROVA, V. V. SZAHAROV, V. V. és HROSZTOVA V. V.: Csuvasztvitelnyoszti diploidnih i autotetraploidnih rasztenij k gammaizlucseniju. Botaniceszkij Zsurnal 43, 989 p. 1958.
- [3] PALAMARCSUK, A. Sz.: Vlijanie gammalucsej radija na formirovanie korneploda kresztocvetnih pri raznih uszlovijah virascivaniya. Zsurnal Obscsej Biologii 20. 322 p. (1959.)
- [4] PREOBRAZSENSZKAJA, E. I.: O szravnitelnoj radiorezisztentnoszti razlicsnih vidov kulturnih rasztenij. Botaniceszkij Zsurnal 44. 68 p. 1959.
- [5] STEIN, OTTO L. and STEFFENSEN DALE M.: The activity of x-rayed apical meristems a genetic and morphoganic analysis of Zea mays. Zeitschrift für Vererbungslehre 90. 483. p. 1959.
- [6] WELLESZ T.: Előzetes közlemény a Szegedi Alfa olajlen szövettani vizsgálatához. Szegedi Ped. Főisk. Évkönyve 83 p. 1962.

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРОВО ПРОИЗВОДНОГО ЛЕНА, ОРУДОВАННОГО С ИОНИЗАЦИОННОЙ РАДИАЦИЕЙ.

Т. Веллес

Автор в данной работе исследует производное лёна, орудованного с радиацией γ . Его наблюдения относятся к анатомии стебеля. Изменения, происходящие в тканевом строении стебеля, следующие:

1. Максимальные меры эпидермистых клеток исследованных растений меньше, чем у контрольных.

2. На низкой части контрольного стебеля клетки коры тангенциально растягивались — это растягивание у исследованных растений ели заметно, здесь кора состоит из параксиматозных клеток, подобно к средней части стебеля.

3. Между низкой и средней части стебеля орудованного растения нет такого большего различия, чем между соответствующими частями стебеля контроля.

4. И пропорция меры отдельных тканей показывает различие если сравниваем соответствующие зоны. И так радиальная мера древесистой части орудованного растения меньше, по сравнению с соответствующими мерами других частей ткани.

5. Форма пучки волокон орудованного растения изменялась, на многих местах клетки волокон не уплотняются в пучок, а совсем свободно стоят и образуют сплошную волокнистую часть. Большое различие показывает и форма клеток волокон.

HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEN ERSTEN ABKÖMMLINGEN DES MIT IONISIERENDER STRAHLUNG BEHANDELTEN FLACHSES

Von

T. WELLESZ

Verf. untersucht in der vorliegenden Arbeit die mit γ -Strahlung behandelten Abkömmlinge des Flachses. Ihre Beobachtungen beziehen sich auf die Anatomie des Stengels. Die im histologischen Aufbau des Stengels zustande gekommenen Abänderungen sind die folgenden:

1. Das Maximalmass der Epidermiszellen ist bei den Versuchspflanzen geringer als bei der Kontrolle.

2. Auf der unteren Hälfte des Stengels der Kontrolle sind die Zellen der Rinde in tangentialer Richtung gedehnt, — bei den Versuchspflanzen macht sich diese Dehnung kaum bemerkbar, hier besteht die Rinde aus parenchymatischen Zellen, ähnlich denen im Mittelabschnitt des Stengels.

3. Unter den unteren und mittleren Teilen der behandelten Pflanze gibt es keinen so grossen Unterschied, wie unter den entsprechenden Teilen der Kontrolle.

4. Auch die Massverhältnisse der einzelnen Gewebearten weisen Unterschiede auf, wenn wir die entsprechenden Zonen miteinander vergleichen. So ist das radiale Mass des Holztheiles bei den behandelten Pflanzen geringer im Vergleich zu den entsprechenden Massverhältnissen der übrigen Gewebeteile.

5. Bei den behandelten Pflanzen hat sich auch die Gestalt der Faserbündel verändert, an vielen Stellen verdichten sich die Faserzellen nicht in Bündel, sondern sie stehen ganz frei und bilden einen zusammenhängenden faserigen Teil. Auch die Form der Faserzellen weist grosse Unterschiede auf.